

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-100094

(P2001-100094A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 13/04

識別記号

F I

G 0 2 B 13/04

データベース*(参考)

D 2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-277827

(22) 出願日 平成11年9月30日 (1999.9.30)

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 川上 悦郎

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

計算機株式会社羽村技術センター内

Fターム(参考) 2H087 KA03 LA03 NA02 PA05 PA17

PB05 QA02 QA07 QA17 QA21

QA26 QA34 QA41 QA46 RA32

RA42 RA43

(54) 【発明の名称】 撮影レンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高解像でかつ歪曲収差が小さく、バックフォーカスが長く、またテレセントリック性も良好なコンパクトで構成枚数の少ない撮影レンズを得る。

【解決手段】 物体側より順に、第1レンズ群、第2レンズ群からなり、第1レンズ群は、メニスカス負レンズである第1レンズ、両凸正レンズである第2レンズの2枚で構成され、第2レンズの物体側或いは像側の空気間隔に開口絞りが配置され、空気間隔をおいて後に続く第2レンズ群は物体側から両凹負レンズである第3レンズ、正レンズである第4レンズ、及び両凸正レンズである第5レンズの3枚で構成され、次の条件式(1)ないし(7)を満足する撮影レンズ。

(1) $2.2 < TL/f < 3.0$

(2) $0.8 < bf/f < 1.0$

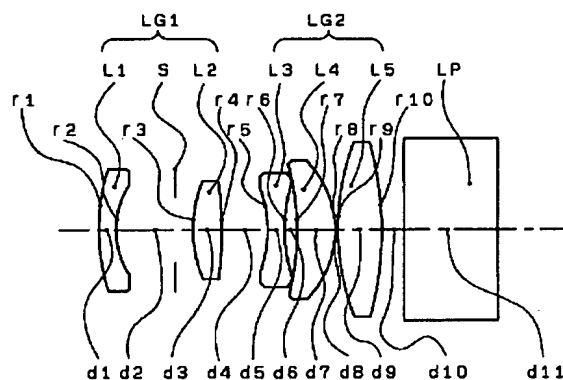
(3) $0.62 < f_2/f < 0.9$

(4) $0.3 < d_2/f < 0.6$

(5) $0.1 < d_4/f < 0.4$

(6) $1.68 < (n_2 + n_4 + n_5)/3 < 1.82$

(7) $20 < \{(\nu_2 + \nu_4 + \nu_5)/3\} - \nu_3 < 30$



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、第 1 レンズ群、第 2 レンズ群からなり、第 1 レンズ群は、メニスカス負レンズである第 1 レンズ、両凸正レンズである第 2 レンズの 2 枚で構成され、第 2 レンズの物体側或いは像側の空気間隔に開口絞りが配置され、空気間隔をおいて後に続く第 2 レンズ群は物体側から両凹負レンズである第 3 レンズ、正レンズである第 4 レンズ、及び両凸正レンズである第 5 レンズの 3 枚で構成され、次の条件式 (1) ないし (7) を満足する撮影レンズ。

- (1) $2.2 < TL / f < 3.0$
- (2) $0.8 < bf / f < 1.0$
- (3) $0.62 < f2 / f < 0.9$
- (4) $0.3 < d2 / f < 0.6$
- (5) $0.1 < d4 / f < 0.4$
- (6) $1.68 < (n2 + n4 + n5) / 3 < 1.82$
- (7) $2.0 < \{ (\nu2 + \nu4 + \nu5) / 3 \} - \nu3 < 3.0$

ただし、

TL : 第 1 レンズ物体側面から像面までの距離

(ただし、平行平面ガラス部分は空気換算距離)

f : レンズ全系の合成焦点距離

bf : 無限遠物点のときのバックフォーカス

(ただし、平行平面ガラス部分は空気換算距離)

f2 : 第 2 レンズの焦点距離

d2 : 第 1 レンズと第 2 レンズの空気間隔

d4 : 第 2 レンズと第 3 レンズの空気間隔

n2 : 第 2 レンズの d 線の屈折率

n4 : 第 4 レンズの d 線の屈折率

n5 : 第 5 レンズの d 線の屈折率

$\nu2$: 第 2 レンズのアッベ数

$\nu3$: 第 3 レンズのアッベ数

$\nu4$: 第 4 レンズのアッベ数

$\nu5$: 第 5 レンズのアッベ数

【請求項 2】 請求項 1 においてさらに、第 1 レンズ群を構成している第 2 レンズは両凸正レンズであり下記条件式 (8) を満足しており、また、第 2 レンズ群を構成している第 3 レンズの物体側の面と像側の面との関係が下記条件式 (9) を満足しており、第 5 レンズの物体側の面と像側の面との関係が下記条件式 (10) を満足する撮影レンズ。

$$(8) \quad 0.63 < r3 / f < 1.0$$

$$(9) \quad 1.18 < |r6 / r5| < 1.77 \quad (\text{絶対値は } r5 < 0 \text{ のため})$$

$$(10) \quad 0.5 < |r10 / r9| < 2.0 \quad (\text{絶対値は } r10 < 0 \text{ のため})$$

ただし、

r3 : 第 2 レンズの物体側の曲率半径

r5 : 第 3 レンズの物体側の曲率半径

r6 : 第 3 レンズの像側の曲率半径

r9 : 第 5 レンズの物体側の曲率半径

r10 : 第 5 レンズの像側の曲率半径

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主にデジタルスチルカメラのような CCD (charged coupled device) 等のイメージセンサを使用した小型の撮像装置に用いられる撮影レンズに関する。

【0002】

10 【従来の技術】近年、従来の銀塩フィルムを使用するカメラ、例えば 35mm 判カメラに加え、付属する液晶モニターをファインダーとして容易に撮影でき、またその場で撮影した画像を見て楽しむ事ができ、加えて一般家庭に普及が進んできたパーソナルコンピュータ等に静止画像を入力するツールとして、デジタルスチルカメラが急速に普及しつつある。デジタルスチルカメラは、撮影レンズによって結像された静止画像を CCD により電気的に取り込み、内蔵メモリやメモ리카ードなどに記録する撮像装置であるが、普及当初は、液晶モニターを撮影の際のファインダーとして、また撮影した画像の再生用モニターとして使用出来るため、銀塩カメラに較べて即時性、利便性をアピールして普及してきたが、一方では銀塩カメラに較べて撮影画像の解像度が低く、欠点と指摘されてきた。しかし、最近では、急速な普及と共に CCD の画素数が多いものが安価に供給されるなどしてデジタルスチルカメラは、解像力の点でも普及判のプリントサイズなどの制限の範囲では銀塩カメラの解像力に迫る勢いで改良され製品化されている。

30 【0003】CCD の画素数を上げるには画素ピッチをそのままに、画面寸法を大きくする方法と、画面寸法をそのままに画素ピッチを小さくする方法とが考えられるが、画面寸法を大きくする方法では、単位ウエハあたりの取り数が小さくなりコストアップに繋がるため、一般的には、画面寸法をそのままに画素ピッチを小さくする方法で画素数を上げる方法が取られている。例えば、デジタルスチルカメラ用として最近発表されている、有効画素数が 100 万画素を越える CCD では画素ピッチは $4.1 \mu \sim 4.2 \mu$ 程度となっている。従って、最小錯乱円径を画素ピッチの 2 倍と仮定しても 8.2μ であり、35mm 判銀塩カメラの最小錯乱円径が約 3.3μ と考えられるので、デジタルスチルカメラの撮影レンズに要求される解像力は銀塩カメラの約 4 倍ということが言える。

50 【0004】一方、CCD を使用した光学系として VTR カメラの撮影レンズがある。デジタルスチルカメラと VTR カメラの撮影レンズの特徴を比較して見ると、イメージサークルの大きさが等しいと考えてよく、また詳しくは後述するようにテレセントリック性を要求されるなどの点で、これらの必要がない銀塩カメラよりも VTR カメラ用の撮影レンズのほうがデジタルスチルカメラ

の撮影レンズに類似している。従って、VTRカメラ用の撮影レンズをデジタルスチルカメラに利用することは、普及の当初では行われていた。VTRカメラも開発が進められ最近ではデジタル処理をして高画質を特徴とするものも製品化されているが、再生画像をテレビジョンあるいはモニターで見るという性質上要求される解像度についてはデジタルスチルカメラで使用するCCDより1桁小さい35万画素クラスで十分とされている。このクラスのCCDの画素ピッチは約5.6μ程度である。従って、このようなVTRカメラ用の撮影レンズを100万画素を越えるCCDを使用しているデジタルスチルカメラに利用するには解像力不足で、改善の余地があり、撮影レンズの歪曲収差の量についても動画と静止画の違いから要求されるレベルが異なり、デジタルスチルカメラではさらに厳しく収差補正の必要がある。

【0005】前述のように、CCD等のイメージセンサを用いた光学系ではテレセントリック性を良好に設計しなければならない。テレセントリック性とは、各像点に対する光線束の主光線が、光学系の最終面を射出した後、光軸とはほぼ平行になる、すなわち、像面とはほぼ垂直に交わることを言う。言い換えると、光学系の射出瞳位置が像面から十分離れることが要求されるのである。これは、CCD上の色フィルターが撮像面からやや離れた位置にあるために、光線が、斜めから入射した場合、実質的な開口効率が減少する（シェーディングという）ためであり、特に最近の高感度型のCCDでは、撮像面の直前にマイクロレンズアレーを配しているものが多いが、この場合も同様に、射出瞳が十分離れていないと、周辺で開口効率が低下してしまう。また、CCDの周期構造に起因して発生するモアレ現象等を防止するために光学系とCCDの間に挿入される水晶フィルター（オプティカルローパスフィルター）やCCDの赤外波長域での感度を低下させて人の目の比視感度に近づける目的で、やはり光学系とCCDの間に挿入される赤外吸収フィルターの実効厚さが、光軸上と周辺であまり変動しないことが求められ、この点でもデジタルスチルカメラ用の撮影レンズにおいてはテレセントリック性を良好に設計する必要が生じる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、デジタルスチルカメラ用の撮影レンズは、現在では、銀塩カメラの約4倍の解像力が求められていると同時にテレセントリック性を良好にし、光学系と像面の間に水晶フィルターや赤外吸収フィルター等を挿入しなければならない、十分なバックフォーカスを得ることを要求される。

【0007】本発明は、高解像で歪曲収差が小さく、バックフォーカスが長くテレセントリック性も良好で、コンパクトで構成枚数が少ない撮影レンズを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の撮影レンズは、物体側より順に、メニスカス負レンズである第1レンズと、空気間隔をあけた後配置される両凸正レンズである第2レンズの2枚のレンズからなり、その第2レンズの物体側あるいは像側の空気間隔に絞りが配置されている第1レンズ群と、空気間隔をあけた後配置される両凹負レンズである第3レンズ、正レンズである第4レンズ、及び両凸正レンズである第5レンズの3枚のレンズからなる第2レンズ群とで構成され、次の条件式(1)ないし(7)を満足する撮影レンズ。

$$(1) \quad 2.2 < TL / f < 3.0$$

$$(2) \quad 0.8 < bf / f < 1.0$$

$$(3) \quad 0.62 < f2 / f < 0.9$$

$$(4) \quad 0.3 < d2 / f < 0.6$$

$$(5) \quad 0.1 < d4 / f < 0.4$$

$$(6) \quad 1.68 < (n2 + n4 + n5) / 3 < 1.82$$

$$(7) \quad 2.0 < \{ (\nu2 + \nu4 + \nu5) / 3 \} - \nu3 < 3.0$$

ただし、

20 TL : 第1レンズ物体側面から像面までの距離
(ただし、平行平面ガラス部分は空気換算距離)

f : レンズ全系の合成焦点距離

bf : 無限遠物点のときのバックフォーカス

(ただし、平行平面ガラス部分は空気換算距離)

f2 : 第2レンズの焦点距離

d2 : 第1レンズと第2レンズの空気間隔

d4 : 第2レンズと第3レンズの空気間隔

n2 : 第2レンズのd線の屈折率

n4 : 第4レンズのd線の屈折率

30 n5 : 第5レンズのd線の屈折率

ν2 : 第2レンズのアッベ数

ν3 : 第3レンズのアッベ数

ν4 : 第4レンズのアッベ数

ν5 : 第5レンズのアッベ数

である。

【0009】また、第1レンズ群を構成している第2レンズは両凸正レンズであることが好ましく、その物体側の面が下記条件式(8)を満足していることが好ましい。

$$40 \quad (8) \quad 0.63 < r3 / f < 1.0$$

ただし、

r3 : 第2レンズの物体側の曲率半径

である。

【0010】また、第2レンズ群を構成している第3レンズは両凹負レンズであることが好ましく、その物体側の面と像側の面との関係が下記条件式(9)を満足していることが好ましい。さらに第2レンズ群を構成しているレンズで最も像側に位置する第5レンズは両凸レンズであることが好ましく、その物体側の面と像側の面との関係が下記条件式(10)を満足していることが好まし

50

い。

(9) $1.18 < |r_6 / r_5| < 1.77$ (絶対値は $r_5 < 0$ のため)

(10) $0.5 < |r_{10} / r_9| < 2.0$ (絶対値は $r_{10} < 0$ のため)

ただし、

r_5 : 第3レンズの物体側の曲率半径

r_6 : 第3レンズの像側の曲率半径

r_9 : 第5レンズの物体側の曲率半径

r_{10} : 第5レンズの像側の曲率半径

である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の撮影レンズは、物体側より順に、メニスカス負レンズである第1レンズと、空気間隔をあけた後配置される両凸正レンズである第2レンズの2枚のレンズからなり、第2レンズの物体側あるいは像側にある空気間隔に絞りが配置されている第1レンズ群と、空気間隔をあけた後配置される両凹負レンズある第3レンズ、正レンズある第4レンズ、及び両凸正レンズある第5レンズの3枚のレンズからなる第2レンズ群とで構成されるものとする。

【0012】条件式(1)は、全長に関するものである。上限を越えると、光学系が大型化していることとなり、コンパクトなデジタルスチルカメラの用途に適さない。また、下限をこえると、各レンズのパワーを大きくしなければならぬので諸収差が悪化し、性能が低下することとなる。

【0013】条件式(2)は、バックフォーカスに関する条件である。前述のようにデジタルスチルカメラの光学系では水晶フィルターや赤外吸収フィルター等を挿入しなければならないが、条件式(2)の下限値を越えると水晶フィルターや赤外吸収フィルター等を挿入することが困難となる。また上限を越えると第1レンズのパワー、および第3レンズのパワーともに大きくなり諸収差が悪化してしまう。

【0014】条件式(3)は、第2レンズのパワーに関する条件である。本発明では、小型化の為に第1レンズ群全体としての正のパワーを大きくする構成をとっている。そのために適切な条件が(3)式であり、上限を越えると、この第2レンズのパワーが小さくなり大型化することとなりコンパクト化に適さない。また下限を越えるとコンパクト化には有利であるが、第3レンズの負担が大きくなり、諸収差が悪化することになる。

【0015】条件式(4)は、第1レンズと第2レンズの空気間隔に関するものである。第1レンズと第2レンズをこの条件式(4)で規定する適切な空気間隔を開けて配置することにより良好な収差補正が可能となる。条件式(4)の下限を越えた場合には、バックフォーカスが小さくなるか、または、第1レンズの負のパワーを大きくする必要があり、すなわち第1レンズの像側の面の

曲率半径が小さくなりすぎてしまい、諸収差のバランスの悪化を招くと同時に加工コストが高くなり、最悪の場合には加工困難となる。逆に、上限を越えた場合には諸収差の補正状態や加工性は良好であるが、全長が長くなりコンパクトなデジタルスチルカメラ用の光学系として好ましくない。

【0016】条件式(5)は、第2レンズと第3レンズの空気間隔に関する条件である。本発明の撮影レンズでは第2レンズの物体側あるいは像側の空気間隔に絞りを配置している。従って、収差補正とともに第2レンズと第3レンズの空気間隔には絞りを配置できる為の間隔が必要とされる場合がある。したがって、上限を越えても絞りを配置する条件としては問題なく、諸収差の補正にも有利であり、テレセントリック性も良好であるが、全長を長くする方向であるから好ましくはない。逆に、下限をこえた場合には、絞りの機構を設計するのが困難となる場合があり、諸収差の補正についても悪化することとなる。

【0017】条件式(6)は、全系を構成するレンズの内、正レンズの屈折率に関しての条件で、ベッツパール和を小さくおさえて、像面湾曲、非点収差を良好に補正するための条件である。上限を越えた場合、諸収差補正に対しては有利であるが、コストが高くなりやすく、また、一般的には使用できる硝材が限定されることが多く、色収差の補正が困難となる。逆に下限を越えた場合には、ベッツパール和が大きくなってしまい像面湾曲の補正が困難となる。

【0018】条件式(7)は、全系に使用されている正レンズと負レンズのアップベ数の配分に関するものである。上限を越えると、すなわち全系の各正レンズのアップベ数が大きくなった場合には、それぞれの屈折率は逆に低くなりベッツパール和が大きくなってしまい像面湾曲の補正が困難となる。また、下限をこえると、色収差の補正のため各レンズのパワーが大きくなり、球面収差およびコマ収差の補正に不利となる。

【0019】条件式(8)は第2レンズの形状に関する条件式である。第2レンズは比較的大きな正のパワーをもつ。従って、球面収差をはじめとして大きな収差係数をもつが、これらをこの第2レンズの各面にバランス良く配分し補正することが必要である。条件式(8)で下限を越えると、第2レンズの物体側面である第3面の面パワーが強くなりすぎ、第3面の諸収差係数が過大となり、逆に上限を越えると第2レンズの像側面である第4面の諸収差係数が過大となる。いずれにしても、良好な収差補正が困難となる。

【0020】条件式(9)は、負レンズである第3レンズの形状に関する条件式である。第3レンズは強い負のパワーをもっていて、色収差、及びベッツパール和に関して重要であるが、さらに条件式(9)のように第3レンズの物体側面である第5面と像側面である第6面の

曲率半径の比率が特に球面収差、非点収差のバランスに重要である。上限を越えて第5面が小さくなると球面収差が急激に補正過剰となり、下限を越えると、球面収差は補正不足となり、また非点収差係数が急激に増加してしまう。

【0021】条件式(10)は、第5レンズの形状に関する条件であり、これにより歪曲収差を良好に補正し、かつテレセントリック性を良好にする事ができる。上限を越えると、球面収差補正過剰となり、また歪曲収差は補正不足となる。下限をこえると、逆の状態となり、すなわち球面収差が補正不足で残り、歪曲収差は補正過剰となる。

【0022】以下、具体的な数値実施例について、本発明を説明する。以下の実施例1ないし4では、いずれも物体側より順に、メニスカス負レンズL1と、空気間隔をあけた後配置される両凸正レンズL2の2枚のレンズからなり、両凸正レンズL2の物体側あるいは像側の空気間隔に絞りSが配置される第1レンズ群LG1と、空気間隔をあけて配置される両凹負レンズL3、正レンズL4、及び両凸正レンズL5の3枚のレンズからなる第*20

$f=8.00$ FNO=1:2.8 $w=26.8$ $bf=7.32$

| 面 No. | R | D | N _d | ν_d | |
|-------|----------|------|----------------|---------|---------|
| 1 | 10.334 | 0.80 | 1.48749 | 70.44 | 第1レンズ群 |
| 2 | 4.206 | 2.72 | — | — | |
| 絞り | ∞ | 0.80 | — | — | |
| 3 | 6.521 | 1.33 | 1.80420 | 46.50 | |
| 4 | -18.489 | 2.04 | — | — | 第2レンズ群 |
| 5 | -6.381 | 0.80 | 1.84666 | 23.78 | |
| 6 | 8.768 | 0.55 | — | — | |
| 7 | -13.608 | 1.75 | 1.71300 | 53.94 | |
| 8 | -5.105 | 0.10 | — | — | 平行平面ガラス |
| 9 | 12.608 | 2.05 | 1.71300 | 53.94 | |
| 10 | -16.860 | 1.00 | — | — | |
| 11 | ∞ | 4.20 | 1.51680 | 64.20 | |
| 12 | ∞ | — | — | — | |

【0027】【実施例2】図3及び図4は、本発明の撮影レンズの第2実施例を示すものであり、図3は、そのレンズ構成図、図4はその諸収差図である。

$f=8.00$ FNO=1:2.8 $w=26.9$ $bf=7.75$

| 面 No. | R | D | N _d | ν_d | |
|-------|----------|------|----------------|---------|---------|
| 1 | 16.209 | 2.30 | 1.48749 | 70.44 | 第1レンズ群 |
| 2 | 4.156 | 3.05 | — | — | |
| 3 | 7.006 | 1.20 | 1.80420 | 46.50 | |
| 4 | -18.146 | 0.20 | — | — | |
| 絞り | ∞ | 2.22 | — | — | 第2レンズ群 |
| 5 | -8.637 | 0.80 | 1.84666 | 23.78 | |
| 6 | 10.421 | 0.38 | — | — | |
| 7 | -17.600 | 1.63 | 1.71300 | 53.94 | |
| 8 | -5.294 | 0.10 | — | — | 平行平面ガラス |
| 9 | 14.487 | 1.86 | 1.71300 | 53.94 | |
| 10 | -13.582 | 1.00 | — | — | |
| 11 | ∞ | 4.20 | 1.51680 | 64.20 | |
| 12 | ∞ | — | — | — | |

【0029】【実施例3】図5及び図6は、本発明の 50 撮影レンズの第3実施例を示すものであり、図5は、そ

*2レンズ群LG2、及び平行平面ガラスLPを基本構成とする。平行平面ガラスLPはCCDのカバーガラス、水晶フィルター、及び赤外吸収フィルターから構成されるのであるが、光学的には何ら問題はないのでこれらの総厚に等しい1枚の平行平面ガラスで表現している。

【0023】【実施例1】図1及び図2は、本発明の撮影レンズの第1実施例を示すものであり、図1は、そのレンズ構成図、図2はその諸収差図である。

【0024】諸収差図中d線、g線、C線はそれぞれの波長における収差曲線である。またSはサジタル、Mはメリディオナルを示している。

【0025】表及び図面中、fはレンズ全系の焦点距離、FNOはFナンバー、wはレンズの半画角、bfはバックフォーカスを表す。また、Rは曲率半径、Dはレンズ厚またはレンズ間隔、N_dはd線の屈折率、 ν_d はd線のアッペ数を示す。バックフォーカスbfは第5レンズの像側面から像面までの距離の空気換算距離である。

【0026】

【表1】

※【0028】

【表2】

※

のレンズ構成図、図6はその諸収差図である。

【0030】

$f=8.00$

$FNO=1:2.5$

*

*【表3】

$w=26.9$

$b_f=7.13$

| 面 No. | R | D | N_d | ν_d | |
|-------|----------|------|---------|---------|---------|
| 1 | 11.314 | 0.80 | 1.48749 | 70.44 | 第1レンズ群 |
| 2 | 4.794 | 2.54 | — | — | |
| 絞り | ∞ | 1.22 | — | — | |
| 3 | 6.045 | 1.33 | 1.835 | 42.98 | |
| 4 | -25.603 | 1.72 | — | — | 第2レンズ群 |
| 5 | -6.030 | 0.80 | 1.84666 | 23.78 | |
| 6 | 8.287 | 0.51 | — | — | |
| 7 | -15.011 | 1.71 | 1.72000 | 50.34 | |
| 8 | -5.065 | 0.05 | — | — | 平行平面ガラス |
| 9 | 12.781 | 1.87 | 1.71300 | 53.94 | |
| 10 | -17.941 | 1.00 | — | — | |
| 11 | ∞ | 4.20 | 1.51680 | 64.20 | |
| 12 | ∞ | — | — | — | |

【0031】【実施例4】 図7及び図8は、本発明の撮影レンズの第4実施例を示すものであり、図7は、そのレンズ構成図、図8はその諸収差図である。

*【0032】

【表4】

*

$f=7.8$

$FNO=1:2.8$

$w=27.4$

$b_f=7.54$

| 面 No. | R | D | N_d | ν_d | |
|-------|----------|------|---------|---------|---------|
| 1 | 10.614 | 0.80 | 1.48749 | 70.44 | 第1レンズ群 |
| 2 | 4.068 | 2.21 | — | — | |
| 絞り | ∞ | 0.95 | — | — | |
| 3 | 5.933 | 1.28 | 1.80610 | 40.73 | |
| 4 | -16.501 | 1.59 | — | — | 第2レンズ群 |
| 5 | -5.589 | 0.80 | 1.84666 | 23.78 | |
| 6 | 8.657 | 0.45 | — | — | |
| 7 | -13.186 | 1.68 | 1.69680 | 55.46 | |
| 8 | -4.668 | 0.10 | — | — | 平行平面ガラス |
| 9 | 15.188 | 1.80 | 1.69680 | 55.46 | |
| 10 | -13.958 | 1.00 | — | — | |
| 11 | ∞ | 4.20 | 1.51680 | 64.20 | |
| 12 | ∞ | — | — | — | |

【0033】次に実施例1ないし4の各条件式に対する値を、まとめて表5に示す。

★【0034】

★【表5】

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 条件式(1) | 2.533 | 2.686 | 2.461 | 2.460 |
| 条件式(2) | 0.915 | 0.969 | 0.891 | 0.966 |
| 条件式(3) | 0.768 | 0.803 | 0.746 | 0.712 |
| 条件式(4) | 0.440 | 0.381 | 0.471 | 0.405 |
| 条件式(5) | 0.255 | 0.303 | 0.215 | 0.204 |
| 条件式(6) | 1.743 | 1.743 | 1.756 | 1.733 |
| 条件式(7) | 27.68 | 27.68 | 25.81 | 26.77 |
| 条件式(8) | 0.815 | 0.876 | 0.766 | 0.761 |
| 条件式(9) | 1.374 | 1.570 | 1.374 | 1.549 |
| 条件式(10) | 1.348 | 0.938 | 1.404 | 0.919 |

【0035】表5から明らかなように、実施例1ないし4の数値は条件式(1)ないし(10)を満足しており、収差図から明らかなように、各収差とも良好に補正されている。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、十分なバックフォーカスを有し、テレセントリック性も良好で、高解像度で、

かつコンパクトで構成枚数の少ない撮影レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による撮影レンズの第1実施例のレンズ構成図

【図2】第1実施例のレンズの諸収差図

【図3】本発明による撮影レンズの第2実施例のレンズ

構成図

【図4】第2実施例のレンズの諸収差図

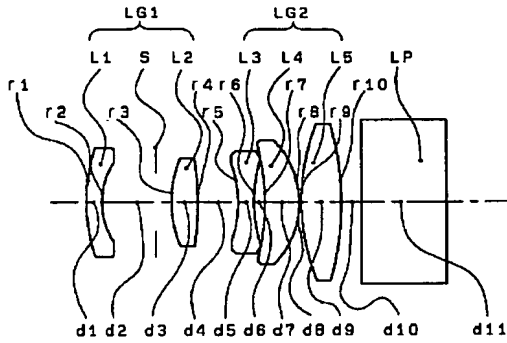
【図5】本発明による撮影レンズの第3実施例のレンズ構成図

*【図6】第3実施例のレンズの諸収差図

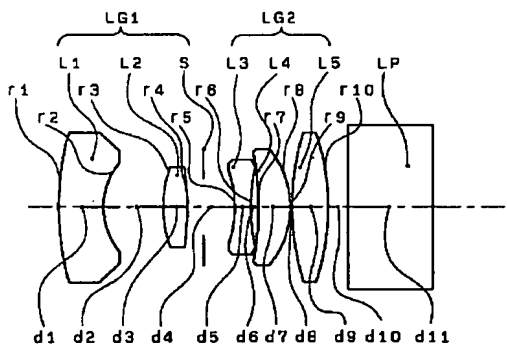
【図7】本発明による撮影レンズの第4実施例のレンズ構成図

*【図8】第4実施例のレンズの諸収差図

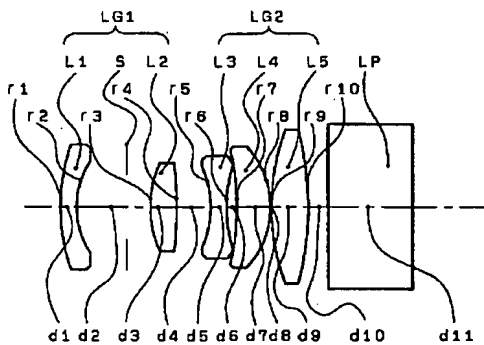
【図1】



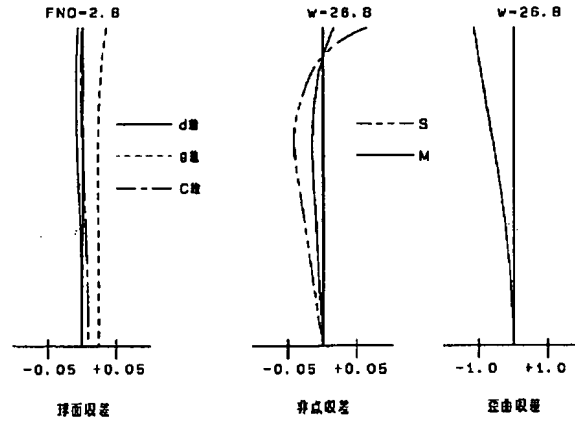
【図3】



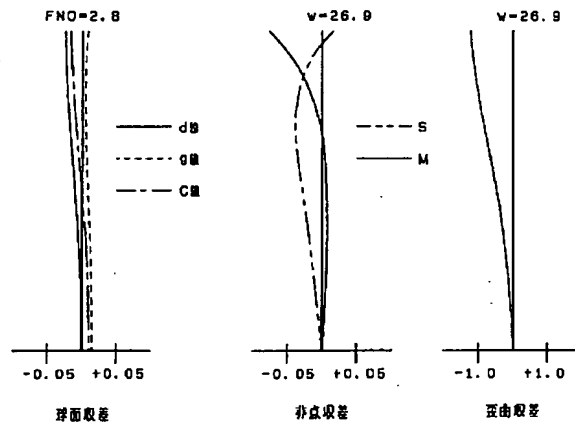
【図5】



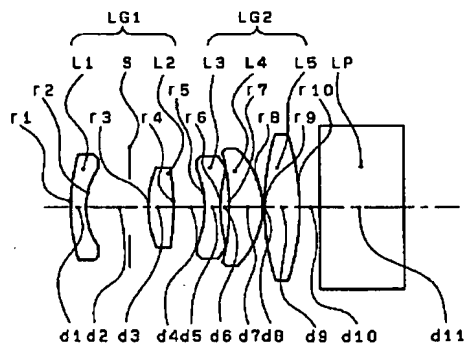
【図2】



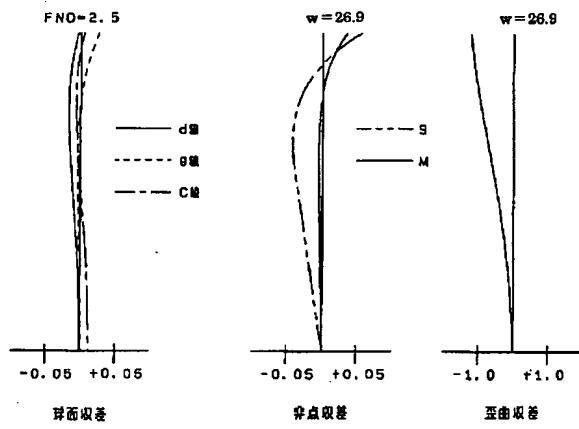
【図4】



【図7】



【図6】



【図8】

